

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-200200

(43)Date of publication of application : 31.07.1998

(51)Int.Cl.

H01S 3/18

(21)Application number : 09-011791

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 06.01.1997

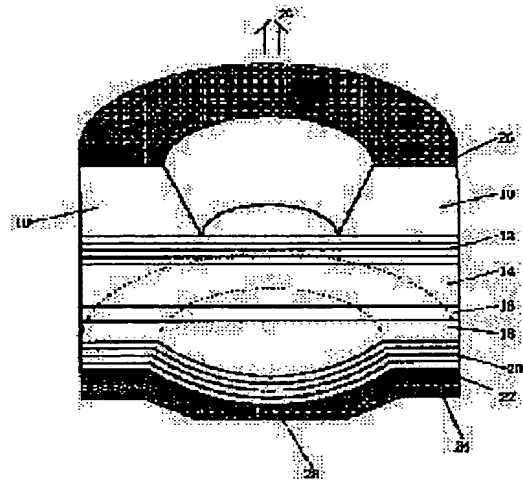
(72)Inventor : FURUKAWA YUKIO

(54) SURFACE-EMITTING SEMICONDUCTOR LASER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a plane surface-emitting semiconductor laser without special current seizing structure.

SOLUTION: This vertical resonator type surface-emitting semiconductor laser is comprised of a semiconductor layer containing an active layer 16, first and second multilayered reflection films 18 and 12 provided to both sides thereof and electrodes 24 and 26 for injecting a current into the active layer 16. The surface in contact with the first multilayered reflection film 20 of the semiconductor layer includes an almost spherical surface or cylindrical surface where the central point is on the plane second multilayered reflection film 20 and which has a specified curvature radius, and the first multilayered reflection film 20 is formed on the almost spherical or cylindrical surface of the semiconductor layer. A contact area 28 is provided at the central part of the first multilayered reflection film 20 so that the semiconductor layer may be brought into contact with the electrode 24. The electrode 26 provided with a window for picking up a light is provided to the second multilayered reflection film side.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-200200

(43)公開日 平成10年(1998) 7月31日

(51)IntCl.⁸

H 0 1 S 3/18

識別記号

F I

H 0 1 S 3/18

審査請求 未請求 請求項の数10 F D (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平9-11791

(22)出願日 平成9年(1997) 1月6日

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 古川 幸生

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

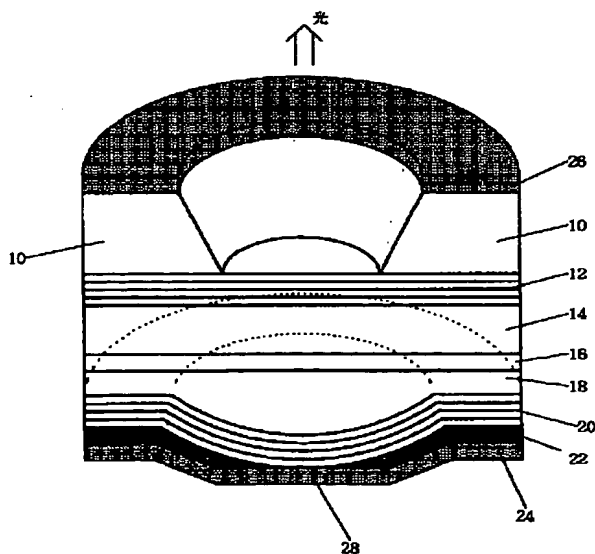
(74)代理人 弁理士 加藤 一男

(54)【発明の名称】 面発光型半導体レーザ

(57)【要約】

【課題】特別な電流狭窄構造が不要な面発光型半導体レーザである。

【解決手段】活性層16を含む半導体層、この両側に設けられた第1、第2の多層反射膜18、12、活性層16に電流を注入するための電極24、26とからなる垂直共振器型面発光型半導体レーザである。半導体層の第1の多層反射膜20と接する面が平面状の第2の多層反射膜側12に中心点を持つ所定の曲率半径からなるほぼ球面或はシリンドリカル面を含んでおり、半導体層のほぼ球面或はシリンドリカル面上に第1の多層反射膜20が形成されている。第1の多層反射膜20の中央部に半導体層と電極24とを電気的に接触させるためのコンタクト領域28が設けられている。第2の多層反射膜側には光取り出し用の窓がつけられた電極26が設けられている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】活性層を含む半導体層、該半導体層の両側に設けられた第1、第2の多層反射膜、活性層に電流を注入するための電極とから成る垂直共振器型面発光型半導体レーザにおいて、

該半導体層の該第1の多層反射膜と接する面が該第2の多層反射膜側に中心点を持つ所定の曲率半径からなるほぼ球面或はシリンドリカル面を含んでおり、該半導体層のほぼ球面或はシリンドリカル面上に該第1の多層反射膜が形成されており、該第1の多層反射膜の中央部に該半導体層と第1の多層反射膜側の電極とを電気的に接触させるためのコンタクト領域が設けられており、該第2の多層反射膜は平面で構成されており、前記第2の多層反射膜側には光を取り出すための窓が開けられた電極が設けられていることを特徴とする面発光型半導体レーザ。

【請求項2】活性層を含む半導体層、該半導体層の両側に設けられた第1、第2の多層反射膜、活性層に電流を注入するための電極とから成る垂直共振器型面発光型半導体レーザにおいて、

該半導体層の該第1の多層反射膜と接する面が、その各面に立てた垂線が第2の多層反射膜構造の側で交わる様に各面の傾きが設定されたほぼ屋根状面或は円錐状面を含んでおり、該半導体層のほぼ屋根状面或は円錐状面上に該第1の多層反射膜が形成されており、該第1の多層反射膜の中央部に該半導体層と第1の多層反射膜側の電極とを電気的に接触させるためのコンタクト領域が設けられており、該第2の多層反射膜は平面で構成されており、前記第2の多層反射膜側には光を取り出すための窓が開けられた電極が設けられていることを特徴とする面発光型半導体レーザ。

【請求項3】前記コンタクト領域の中心を通る第2の多層反射膜の法線に対して該第1の多層反射膜が回転対称構造を成していることを特徴とする請求項1または2に記載の面発光型半導体レーザ。

【請求項4】前記コンタクト領域の中心を通る第2の多層反射膜に垂直な面に対して該第1の多層反射膜が面対称構造を成していることを特徴とする請求項1または2に記載の面発光型半導体レーザ。

【請求項5】前記活性層における光強度分布と、注入電流分布とが相対的に同じような形状をしており、光強度の強い領域と注入電流密度の高い領域とがほぼ一致する様に形成されていることを特徴とする請求項1、2、3または4に記載の面発光型半導体レーザ。

【請求項6】前記第1の多層反射膜の曲率半径或はその各面に立てた垂線の交点までの距離が第1の多層反射膜と第2の多層反射膜との距離とほぼ等しいか若しくはそれよりも大きいことを特徴とする請求項1乃至5の何れかに記載の面発光型半導体レーザ。

【請求項7】前記活性層を含む半導体層がGaAs、Al

IGaAsおよびInGaAsから成り、第1および第2の多層反射膜はAlAsおよびGaAsの多層構造若しくはAlAsおよびAlGaAsの多層構造から成ることを特徴とする請求項1乃至6の何れかに記載の面発光型半導体レーザ。

【請求項8】前記活性層を含む半導体層がInP、InGaAsPおよびInGaAsから成り、第1および第2の多層反射膜はSiおよびSiO₂の多層構造、SiおよびAl₂O₃の多層構造若しくはSiおよびMgOの多層構造から成ることを特徴とする請求項1乃至5の何れかに記載の面発光型半導体レーザ。

【請求項9】請求項1記載の面発光型半導体レーザの製造方法において、前記第1の多層反射膜の形成される前記所定の曲率半径を有する半導体面を形成する工程が、円状或は帯状に加工したフォトリソストを通常より高い温度でベーキングすることによりフォトリソスト表面を湾曲させる工程と、このフォトリソストをマスクとして、基板を面法線を中心に回転させながら該面法線に対して所定の角度で傾けた方向よりイオンビームを照射することによりエッチングを行う工程から成ることを特徴とする面発光型半導体レーザの製造方法。

【請求項10】請求項1記載の面発光型半導体レーザの製造方法において、前記第1の多層反射膜の形成される前記所定の曲率半径を有する半導体面を形成する工程が、半導体基板上に円柱或は板状柱を形成する工程と、その円柱或は板状柱上にその円柱或は板状柱より直径或は幅が十分大きい円板或は平板を形成する工程と、この円板或は平板をマスクとして、基板を面法線を中心に回転させながら該面法線に対して所定の角度で傾けた方向よりイオンビームを照射することによりエッチングを行う工程から成ることを特徴とする面発光型半導体レーザの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光インターコネクション、並列光情報処理、大容量並列光伝送などに用いられる面発光型半導体素子、特に、発光効率の良い面発光型半導体レーザに関するものである。

【0002】

【従来の技術】面発光型半導体レーザは、高密度2次元アレイ化が可能である、低しきい値駆動が可能であるといった特徴から、光インターコネクションや並列光情報処理、あるいは大容量並列光伝送といった分野における光源として注目されており、その開発が進められている。

【0003】従来の面発光型半導体レーザの一例を図6に示す。図6は断面図である。構造を簡単に説明する。n型GaAs基板601上に、n型半導体多層反射膜602、n型AlGaAsクラッド層603、i (intrinsic) - InGaAs活性層604、p型Al

10

20

30

40

50

高い温度でベーキングすることによりフォトレジスト表面を湾曲させる工程と、このフォトレジストをマスクとして、基板を面法線を中心に回転させながら該面法線に対して所定の角度で傾けた方向よりイオンビームを照射することによりエッチングを行う工程から成ることを特徴とする。

【0014】作用：簡単な手法で所定の曲率半径を有する半導体面を形成可能である。

【0015】10) 手段：前記の面発光型半導体レーザの製造方法において、前記第1の多層反射膜の形成される前記所定の曲率半径を有する半導体面を形成する工程が、半導体基板上に円柱或は板状柱を形成する工程と、その円柱或は板状柱上にその円柱或は板状柱より直径或は幅が十分大きい円板或は平板を形成する工程と、この円板或は平板をマスクとして、基板を面法線を中心に回転させながら該面法線に対して所定の角度で傾けた方向よりイオンビームを照射することによりエッチングを行う工程から成ることを特徴とする。作用：簡単な手法で所定の曲率半径を有する半導体面を形成可能である。

【0016】

【発明の実施の形態】

第1の実施例

図1を用いて本発明による第1の実施例を説明する。図1は、本発明の第1実施例による面発光型半導体レーザの斜視断面図である。層構成を以下に述べる。

【0017】p-GaAs基板10上に、p-AlAs/p-GaAsからなる第1の半導体多層反射膜12、厚さ2μmのp-Al_{0.3}Ga_{0.7}Asクラッド層14、厚さ0.2μmのi-In_{0.2}Ga_{0.8}As量子井戸活性層16、厚さ3.5μmのn-Al_{0.3}Ga_{0.7}Asクラッド層18を順次に成長する。成長手段は、例えば、MOCVD、MBE、CBE等の方法で行う。

【0018】次に、第2の多層反射膜20の作製について図2を用いて説明する。まず、上記したクラッド層18を最上層とした半導体基板100上に、直径10μmの円形にパターンニングしたフォトレジスト102を形成し(図2(a))、これをレジスト102が十分軟化する温度でポストベークを行い、レジスト表面の表面張力によって安定な球面に変形させる(図2(b))。このフォトレジスト102をマスクとして、基板100を回転させながら斜め方向よりArイオンビームエッチングを施し、ほぼ球状のパターンを半導体100表面に転写する(図2(c)、(d))。このエッチングは表面を物理的に叩いて行なうもので、従ってフォトレジスト102も次第に減少しながら基板100の球状パターンが形成されてゆく。この面の曲率半径はイオンビームの照射角度を制御することにより制御が可能である。本実施例においては、この照射角度を30度として、曲率半径7μmのパターンを得た。これらの数値的な値は経験的なものである。この手法については、IEEE J.

Quantum Electron. vol. QE-17, pp. 174-178, Feb, 1981に詳しく記載されている。その後、半導体表面をわずかにウェットエッチングすることにより表面の均一性ないし滑らかさを改善した。

【0019】さらに、この様にパターンニングしたクラッド層18上にMOCVD等の手法により、n-AlAs/n-GaAsからなる第2の半導体多層反射膜20を成膜する。この上に、CVD等によりSiO₂絶縁膜22を成膜し、コンタクト領域28の窓開けを行った後にAuGeNi/Auからなるn側の電極24を蒸着形成する。コンタクト領域28の窓開けは、絶縁膜22上にレジストを塗布し(このレジストの厚みは球状面の頂部で最も薄くなる)、これを真上からエッチングすることで行なわれる。

【0020】次いで、p-GaAs基板10を、裏面側から予め機械研磨あるいは化学機械研磨等の手法で100μm程度の厚さにまで研磨した後に、中央部の所定領域を第1の多層反射膜12が現れるまでエッチングし、レーザ光取り出し用の窓を形成する。最後に、所定領域にリング状にCr/AuZnNi/Auからなるp側の電極26を蒸着形成する。以上で本実施例の面発光型半導体レーザが完成する。

【0021】半導体表面をほぼ球面に加工するには次のような方法もある。図3を用いて説明する。上記した半導体基板100上に、フォトレジスト202を塗布し、円形の窓をパターンニングしたフォトレジスト204を介して、フォトレジスト202を酸素ガスを用いた反応性イオンビームエッチング等の手段でエッチングし、高さ4μm、直径3μm程度の円柱206を形成し、その上のフォトレジスト204を剥離する(図3(a)、

(b))。その後、全面に粘性の高い埋め込み用フォトレジスト208を塗布して円柱206を埋め込み、酸素を用いた反応性イオンエッチング等の手段で円柱206の頭出しを行う(図3(c))。その上にエッチング耐性のあるフォトレジスト210を全面に塗布し(図3(d))、円柱206の径より大きいパターンを形成した後に埋め込み用フォトレジスト208を除去して円柱206より大きいレジスト210のマスクを持つ構造を形成する(図3(e))。そして、ウエハ100を一方方向に回転させながら、ウエハの斜め上方から塩素ガスを用いた反応性イオンビームエッチング等の手段でエッチングを施し(図3(f))、最後にフォトレジスト208とフォトレジスト210を除去して所定の曲率半径を有するエッチング面を形成する(図3(g))。そして、上記と同様に、この上に第2の半導体多層反射膜20を成膜する。

【0022】本実施例のレーザ発振の原理を図4の断面図を用いて説明する。電子はn側のコンタクト領域28から基板内に注入され、活性層16を通して矢印で示す

ようにリング状の電極26に抜ける。活性層16中においては、領域400で示された中心近傍がキャリア密度が高い領域である。

【0023】一方、光の共振においては、曲面ミラーである第1の多層反射膜20と平面ミラーである第2の多層反射膜12が共振器をなしている。一方が平面、他方が曲面の共振器の場合、安定に低損失に共振させるためには、ミラーの間隔と曲率半径の関係は、曲率半径がミラー間隔と等しいか若しくは曲率半径の方が大きい方が望ましい。本実施例においては、第2の多層反射膜20の曲率半径は7 μ mであり、球面加工を経た後の最終的な多層反射膜12、20間の間隔は5 μ mであった。よって、曲率半径の方が大きいので、安定に共振させることができる。共振させた場合、活性層16中においては、領域400で示された中心近傍が光強度が強い領域となる。

【0024】したがって、キャリア密度が高い領域と光強度が強い領域がほぼ一致するため、特別な電流狭窄構造を設けなくても発光効率の良いレーザを構成することが可能となる。

【0025】本実施例においては、p側の第1の半導体多層反射膜12中を電流が通過するような構成となっているが、これに限ったものではなく、電流が半導体多層反射膜12を避けるように電極を配置してもよい。また、最初の基板10としてp基板ではなくn基板を用いてもよく、それに合わせて適当なプロセスを選択すればよい。また、光を外部に取出すために基板10の所定領域をエッチングして窓を開けたが、本実施例では基板10は発振光に対して透明であるので、これは特になくても差し支えない。加えて、活性層16に多重量子井戸構造を用いれば、更なる低しきい値化が可能となる。

【0026】第2の実施例

InP基板を用いた場合の第2の実施例を図5を用いて説明する。図5は、本発明の第2実施例による面発光型半導体レーザの斜視断面図である。層構成を以下に述べる。

【0027】p-InP基板500上に、p-InGaAsエッチストップ層502、厚さ2 μ mのp-InPクラッド層504、厚さ0.2 μ mのi-InGaAsP（バンドギャップ波長1.3 μ m）量子井戸活性層506、厚さ3.5 μ mのn-InPクラッド層508、厚さ0.3 μ mのn-InGaAsコンタクト層510を順次成長する。成長手段はたとえばMOCVD、MBE、CBE等の方法で行う。

【0028】次に、第1の実施例で述べたような方法でクラッド層508、コンタクト層510をほぼ球面状に加工し、さらに、イオンビームエッチング等の手法で中央部にクラッド層508とコンタクト層510の円柱状のリップを形成し、Si（厚さ900Å）、Al₂O₃（厚さ1970Å）を1ペアとして6.5ペアからなる多層

反射膜512を、電子ビーム蒸着あるいはスパッタリング等の手法により成膜する。本実施例の材料系では半導体層の多層構造では屈折率差が充分大きくできにくいので、このような材料を用いた。さらに、AuGeNi/Auからなるn側の電極516を蒸着形成する。

【0029】次いで、p-InP基板500を、裏面側から予め機械研磨あるいは化学機械研磨等の手法で120 μ m程度の厚さにまで研磨した後に、中央部の所定領域をエッチストップ層502まで除去し、エッチングによって現れたクラッド層504上にSi（厚さ900Å）、Al₂O₃（厚さ1970Å）を1ペアとして7ペアからなる多層反射膜514を電子ビーム蒸着あるいはスパッタリング等の手法により成膜する。最後に、Cr/AuZnNi/Auから成るp側のリング状の電極518を蒸着形成する。

【0030】発振の原理については第1の実施例で述べた通りである。本実施例においては、n側のコンタクトをとるために第1の多層反射膜512の中心部分にはミラーがなく、若干損失が大きくなるという欠点があるが、上記円柱状のリップをレーザ発振に影響ない程度の大きさにしておけば問題はない。

【0031】また、最初の基板500としてp基板ではなくn基板を用いてもよく、それに合わせて適当なプロセスを選択すればよい。加えて、活性層506として単層ではなく多重量子井戸構造を用いて、更に低しきい値化をしてもよい。さらに、多層反射膜としてSi/SiO₂、Si/MgOなどを用いてもよい。

【0032】ところで上記実施例では一方の多層反射膜構造を球面状にしたが、これに限られるものではない。例えば、ほぼシリンDRカル面、屋根状面、円錐状面などにして共振を起こさせることもできる。その場合、シリンDRカル面では上記曲率半径の条件を満たす様に、屋根状面、円錐状面などでは各面に立てた垂線が他方の多層反射膜構造の所或はそれより若干遠い所で交わる様に各面の傾きを設定すればよい。電極とのコンタクト部の作成、それらの面の作製法は上記実施例に準じて行なえばよい。例えば、シリンDRカル面の場合は、図2の方法に則して言えば、レジスト102を帯状に形成し、基板を回転させながらArビームエッチングを斜め方向より施してシリンDRカルな面を半導体面に形成し、そこに多層反射膜構造を形成する。電極とのコンタクト部は帯状に形成してもよいし上記実施例の如く中央部に丸く形成してもよい。

【0033】また、本発明の面発光型半導体レーザを光通信の送信機の中で用いる場合、この半導体レーザに送信信号に応じて変調された電流を供給することによって、送信信号に応じて強度変調された信号光を取り出し、この信号光を光受信機に向けて送信すればよい。

【0034】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば各請

求項の発明に対応して次のような効果がある。

【0035】請求項1、2、3及び4の発明によれば、特別な電流狭窄構造が不要な面発光型半導体レーザを提供することができる。請求項5の発明によれば、請求項1、2、3及び4の発明に加え、発光効率の良い面発光型半導体レーザを提供することができる。請求項6の発明によれば、安定に共振しうる共振器構造を提供することができる。請求項7、8の発明によれば、請求項1、2、3及び4の発明に加え、基板に適した材料の多層反射膜構造を持つ面発光型半導体レーザを提供することができる。請求項9、10の発明によれば、請求項1の発明のようなレーザを簡単な方法で作成できる作製方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による面発光型半導体レーザの第1の実施例を示す斜視断面図である。

【図2】本発明による面発光型半導体レーザの一方の多層反射膜構造の作成プロセスの一例を説明する図である。

【図3】本発明による面発光型半導体レーザの他方の多

* 層反射膜構造の作成プロセスの他の例を説明する図である。

【図4】本発明の第1の実施例による面発光型半導体レーザの動作原理を説明する図である。

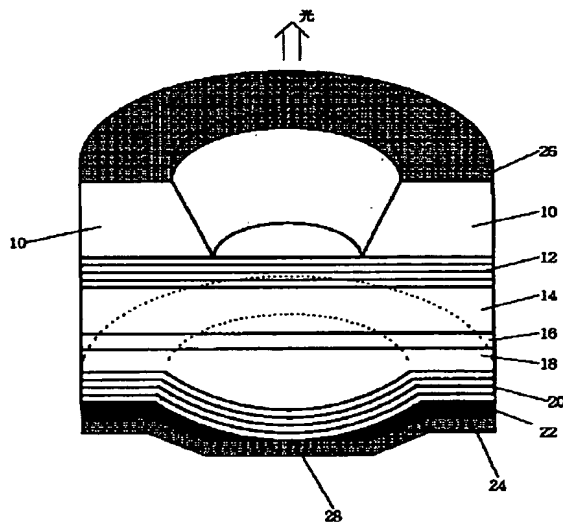
【図5】本発明による面発光型半導体レーザの第2の実施例を示す斜視断面図である。

【図6】従来例の面発光型半導体レーザを示す断面図である。

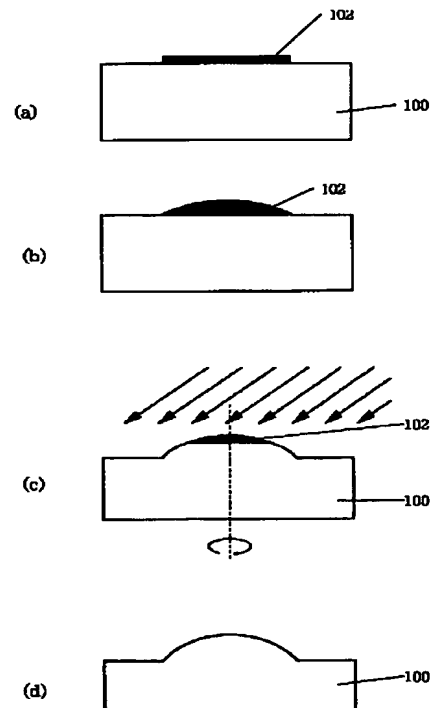
【符号の説明】

10, 500 基板
12, 20, 512, 514 多層反射膜
14, 18, 504, 508 クラッド層
16, 506 活性層
22 絶縁層
510 コンタクト層
24, 26, 516, 518 電極
502 エッチストップ層
102, 202, 204, 208, 210 フォトリジスト
400 領域

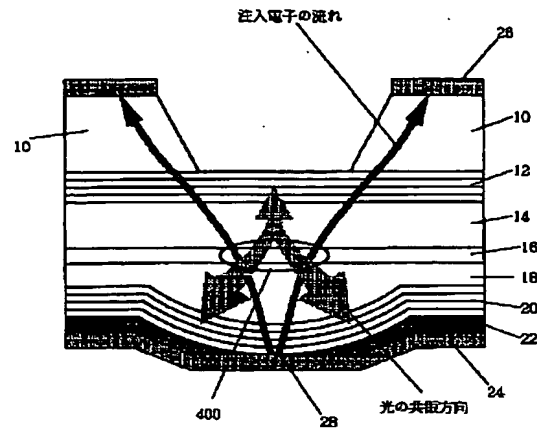
【図1】



【図2】



【図4】



【図 6】

